

MPEG-4 を用いた監視システム

Real-Time Monitoring System Using MPEG-4

小林 広幸

KOBAYASHI Hiroyuki

稲垣 完治

INAGAKI Kanji

佐久間 晃

SAKUMA Akira

発電所の監視業務において、遠隔でいつでもどこでも必要に応じ、リアルタイムで映像による監視が行えたら、異常発生 of 早期検出と迅速な対応、複数箇所での点検業務の効率向上などに幅広く利用できる。

当社はこのような発電所のニーズに応えるために、MPEG-4 (Moving Picture Experts Group-phase 4) を応用して、有線だけではなく設置が簡単な無線通信にも対応でき、画像の監視だけではなく画像内の変化をリアルタイムに検出できる監視システムを実現した。

An MPEG-4 monitoring system supervises video in real time in power plants. The concept covers earlier detection of failure symptoms, quick action, and convenient communication between the main control room and other areas such as plant local areas and site offices.

Toshiba has developed a real-time monitoring system using MPEG-4 technologies that can handle not only cable but also wireless applications such as the personal handy-phone system (PHS) and wireless LAN. This system can also detect changes in the color and motion of objects in an MPEG-4 video stream in real time.

1 まえがき

近年の無線通信を含めたネットワーク技術を応用し、発電所での機器の臨時監視や点検作業の監視を、遠隔からリアルタイムに画像監視を行う要求が高まりつつある。更に、設置が容易であれば、異常発生 of 早期検出と迅速な対応、複数箇所での点検業務の効率向上などに広く利用できる。

しかし、無線のネットワーク回線を用いた場合には伝送速度が遅く、電波状態による伝送エラーも多いため、膨大なデータ量を必要とする画像を安定して伝送できず、監視システムの実現は困難であった。

そのような要求に応えるため、MPEG-4 動画画像符号化方式を応用し、従来不可能であった無線環境でもリアルタイムに画像の伝送と画像内の変化を検出できる監視システムを実現した。

ここでは、MPEG-4 動画画像監視システムの特長と最新のシステムソフトウェアの機能、また今後の展開について述べる。

2 システムの概要

システムを構成する装置は、監視場所に設置する符号化側のエンコーダと、復号化と表示を行う復号化側のデコーダで構成される。エンコーダには監視用のカメラ、その映像の入力デバイス、及び通信デバイスを備えたパソコン(PC)を用いている(図1)。デコーダは通信デバイスだけを備えたPC

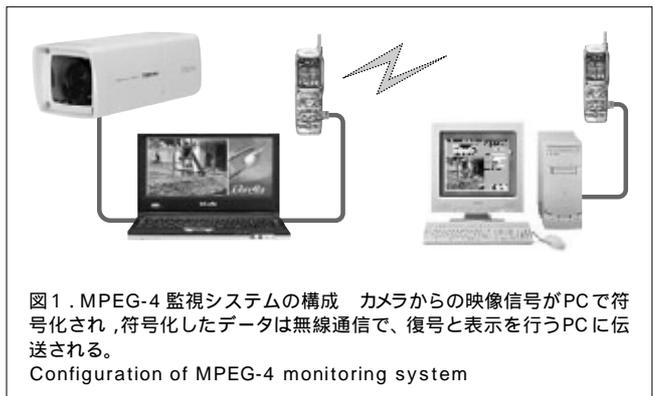


図1. MPEG-4 監視システムの構成 カメラからの映像信号がPCで符号化され、符号化したデータは無線通信で、復号と表示を行うPCに伝送される。

Configuration of MPEG-4 monitoring system

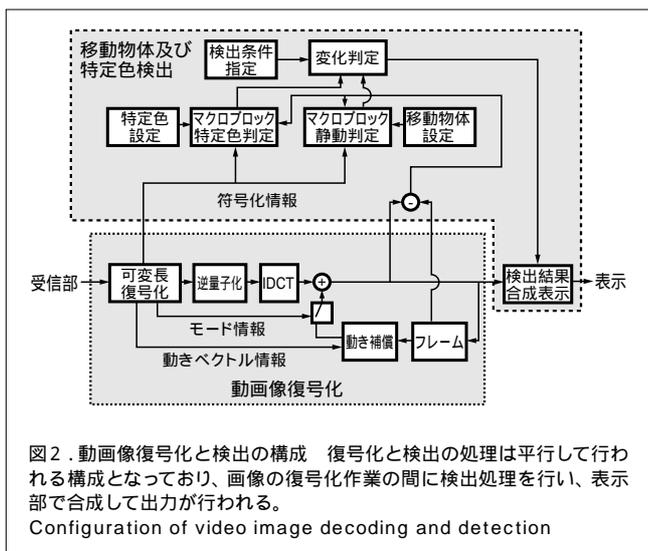
を用いる。MPEG-4への符号化、復号化は専用のソフトウェアを用いて行っている。

3 システムの特長

3.1 画像の変化検出

このシステムでは、MPEG-4 Visual Ver.1(シンプルプロファイル)を用いており、符号化/復号化処理と同時に画像内の変化検出を行うことが特長の一つである(図2)。

画像内の変化検出は、符号化データを元にリアルタイムで行っている。具体的には、伝送された符号化データは可変長復号化部で復号化して、逆量子化とIDCT(逆離散コサイン変換)を行い、画像として復号化し表示する。それと同時に検出部では、符号化情報と再生画像信号、フレームメモリ



の差から、マクロブロックの静動判定を行う。マクロブロックが検出の設定条件(サイズ指定、範囲指定、色指定)の範囲内のブロックであるかを判定し、範囲内であれば符号化の情報から、ブロック内の画像を判定し、最後に雑音処理で検出精度を向上して最終判定する¹⁾。

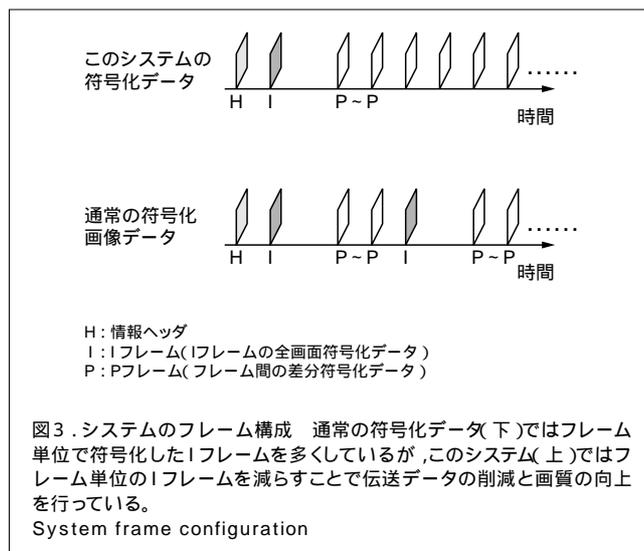
現在のプログラムでは監視側で検出を行っているが、ソフトウェアの構成ではカメラ側で行うことも可能である。

3.2 通信

このシステムでは無線での伝送を考慮して、MPEG-4の標準のエラー耐性以外の規格にない機能をいくつか用いている。

一つは画像のエラーをリフレッシュする方法で、独自の適応リフレッシュの手法を用いている。通常は、テレビや映画のようにシーンの切換えなどが多い画像であれば、画面全体にエラーが広がらないようにイントラフレーム(1フレーム)を一定間隔で入れてリフレッシュを行うが、このシステムでは、低速な伝送回線の使用も考慮してマクロブロック単位にリフレッシュを行い、エラー耐性を向上している。1フレームやイントラマクロブロックは、他のモードよりも符号化効率の点で劣るため、1フレームやイントラマクロブロックのリフレッシュを多くすると、エラーに対しては強くなるが、画質が犠牲になってしまう。そこで、マクロブロックごとの更新履歴を参照し、一定期間以上書き替わらなかったマクロブロックは変化のないブロックであるため、リフレッシュをスキップすることで、リフレッシュ能力を落とすことなくイントラマクロブロック数を減らし、エラー耐性と画質の向上の両立を行った。一般的に監視画像は、カメラを切り換えたり動かさないがざりほとんど同じような画像であるため、伝送するデータ容量を減らす意味からも、イントラブロック単位でのリフレッシュが監視に適している。

このシステムでは図3のように1フレームを用いないため、より多くのフレームを伝送できる。



次に、このシステムでは、伝送状態により発生する画像の遅延を抑えるため、符号化レートのコントロールを行っている。通常の通信システムでは、送信、受信それぞれがデータ量と内容を確認してデータの制御を行うのが一般的である。

しかし、無線通信では電波状態が悪くなり、受信側でデータを正常に受信できなかった場合には、再送要求の信号も正常に届くとは限らない。その場合に符号化量をコントロールしないと符号化データが蓄積してしまい、伝送が再開後リアルタイムに伝送ができなくなってしまう。そのためこのシステムでは、符号化量制御は伝送部での送信ビット数だけを監視し、送信量から符号化量をコントロールすることで、データを常にリアルタイムに符号化して伝送することを可能としている。また、無線の電波状態が悪く通信が切断された場合や、画像が一定時間更新されない場合には、自動的に再接続処理を行い、監視を自動的に継続する機能を備えている²⁾。

3.3 その他の機能

このシステムではエラー耐性、画質、通信容量の点から、イントラブロックによるリフレッシュを使用していることを前述したが、保存した符号化データ(画像データ)を再生して確認する際には1フレームがないため、画像データの最初から確認作業を行う必要が発生してしまい、効率的な確認作業が行えないという問題が発生してしまう。

そのためこのシステムでは、伝送されたデータを受信側で分割保存する際に、分割ファイルの先頭画像の1フレームを作成することでファイルごとに再生が行えるようにしている。

また、画像データは各フレームを撮影時の間隔で再生するために、タイムコード(フレーム間の再生時間間隔)が付けられている。そのタイムコードを画像取得時の実時間とすることで監視画像の各フレームの撮影時間がわかるようにしており、画像再生時には時間の確認も可能である。年月日については、ファイル保存時に自動的にディレクトリとファイル名が年

月日で分類されてファイルが作成される。

また、特定のカメラであれば遠隔でコントロールすることができる。複数の箇所でも個別のカメラ制御、検出設定が必要になるため、カメラごとに設定ファイルが用意されており、監視装置が複数ありそれぞれの監視条件が異なる場合にも対応できる。

4 システムの機能

監視システム用のプログラムの構成は、エンコーダ、プレーヤの2種類で構成される。

エンコーダは、画像の符号化と伝送機能を備えたカメラ側のプログラムである。プレーヤは、伝送された符号化データを復号して表示と検出を行える。また、保存している符号化データの再生と検出処理も可能である。次に具体的な機能について述べる。

4.1 エンコーダの機能

カメラからキャプチャした動画データは、リアルタイムにMPEG-4に符号化する。符号化性能は画像とキャプチャ性能とCPU性能により変動する。

ビデオ入力にはDirectX^(注1)命令対応のビデオ入力インタフェースが使用可能で、データ通信装置を用いてリアルタイムに符号化した画像データを通信する。通信には携帯電話、PHS、LANを用いることができる。

4.2 デコーダの機能

デコーダ機能の特長は次のとおりである。

- (1) 伝送された動画をリアルタイムに伸長表示
- (2) 符号化データを指定サイズで分割保存
- (3) 保存されている動画データの再生表示と早送り、コマ送りなどの特殊再生表示が可能
- (4) 検出機能として動画内の移動する物体を自動的に検出(検出サイズの設定が可能(図4))
 - (a) 特定色検出機能 特定の色を設定し自動的に検出(同時に8色まで可能、無彩色検出も可能(図5))
 - (b) 検出範囲の設定機能 移動物体及び特定色で検出する位置と範囲を画面上で設定(最大8か所まで設定可能(図6))
 - (c) 特定色を含む移動物体検出機能 設定した特定色を含む移動物体を検出
 - (d) 特定色を含まない移動物体検出機能 設定した特定色を含まない移動物体を検出
 - (e) 検出出力 画面上に検出枠を表示、同時にテキストファイルで時間、物体番号、位置、サイズを出力
 - (f) 検出警報 警報音の設定、ボリューム、連続警報、

(注1) DirectXは、米国Microsoft Corporationの米国及びその他の国における登録商標。



図4. 移動物体検出 移動する人物を物体として検出しており、白い枠が検出枠である。
Moving object detection

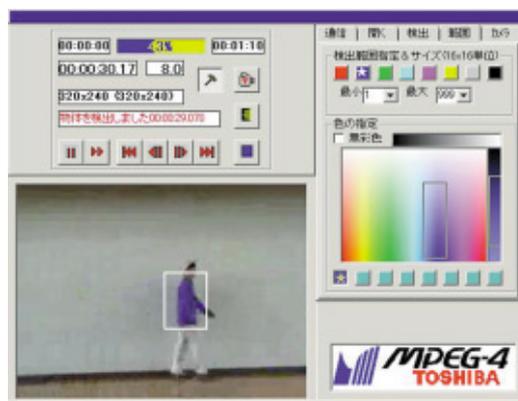


図5. 特定色検出 青い色の検出で青いシャツを検出しており、移動物体と同じ白い枠が検出枠である。
Specified color detection



図6. 範囲を指定した検出 赤と青の枠の中だけが検出範囲で、赤い枠内と青い枠内に入った移動物体だけを検出している。
Specified range detection



図7. 遠隔のカメラコントロール画面 カメラのコントロールパネル画面で、矢印ボタンをクリックするとその方向に移動する。+ ボタンでズーム、- ボタンでワイドになる。

Remote camera control screen

単独警報が設定可能

- (g) 検出設定 検出出力と検出警報は通信先ごとに設定可能
- (h) カメラコントロール機能 カメラの上下左右、ズーム、ワイドの遠隔コントロールが可能。前回終了時のカメラの状態を記憶しており、次回接続時には前回位置から開始(指定カメラ使用が条件)(図7)
- (i) 複数同時監視機能 複数箇所の同時監視が可能(最大8か所)

4.3 システム仕様と性能

次にこのシステムの仕様を表1に、またPHS通信及びLAN通信での通信性能の比較を表2に示す。

表1. システムの仕様
System specifications

項目	必要性能
コンピュータ本体	MMXテクノロジー Pentium [®] (注2)Ⅱ プロセッサ400MHz以上
基本ソフトウェア	日本語 Windows [®] (注3)98, 日本語 Windows [®] ME, 日本語 Windows [®] 2000
メモリ	128Mバイト以上
ハードディスク	100Mバイト以上の空き容量が必要
ディスプレイ	表示色256色以上
ビデオ入力インターフェース	DirectX命令対応ビデオ入力
画面サイズ(画素)	176 x 144 ~ 800 x 600
通信機器	PHS, モデム, LANに対応
通信速度 (bps)	9.6k ~ 1M可変

(注2) Pentium は、米国 Intel Corporation の商標。
(注3) Windows は、米国 Microsoft Corporation の米国及びその他の国における登録商標。

表2. 通信速度による性能の比較
System performance

項目	PHS通信	LAN通信
使用したコンピュータ	Pentium [®] Ⅱ 400MHz	Pentium [®] Ⅱ 650MHz
伝送速度 (bps)	32k	500k
画像サイズ (画素)	352 x 288(CIF)	640 x 480
フレーム数	5 ~ 10	3 ~ 15
フレーム遅延時間 (s)	0.5 ~ 2	0.5 ~ 2

CIF: 映像の共通中間フォーマット

5 あとがき

このシステムは発電所での作業管理や監視用として、無線伝送にも対応できるフレキシブルな設置性が可能な監視システムとして開発した。低ビットレートでの伝送も可能で、監視者の負担を軽減する自動検出機能といった特長を備えており、新設プラントのみならず既設プラントにおいても、低コストでシステムの導入が可能である。既に、電力会社と一般の通信回線を利用した鉄塔監視システムへの応用試験などを開始している。

この監視システムは、主に電力プラントへの適用を目的としたものであるが、一般産業におけるフレキシブルな遠隔映像監視システムとしても使用することが可能であり、関連会社であるアイテル技術サービス(株)から、一般産業向けの監視システムとして製品販売が開始されている。今後も監視システムとして機能追加を行い広く普及を目指していく。

文献

- (1) 佐久間晃,ほか.“MPEG-4を応用した監視システム”.第5回画像センシングシンポジウム(SII'99).1999-06,p.19-22.
- (2) 小林広幸,ほか.“PHS応用によるMPEG-4監視システム”.電気学会,電子・情報・システム部門大会.2001-9,p.11161-11164.
- (3) ISO/IEC IS 14496-2. Information technology - Coding of audio-visual objects - Part 2:Visual.1999.



小林 広幸 KOBAYASHI Hiroyuki

電力システム社 電力・産業システム技術開発センター システム研究開発部。センサ及び通信技術の研究・開発に従事。
Power and Industrial Systems Research & Development Center



稲垣 完治 INAGAKI Kanji

電力システム社 電力・産業システム技術開発センター システム研究開発部グループ長。センサ及び通信技術の研究・開発に従事。

Power and Industrial Systems Research & Development Center



佐久間 晃 SAKUMA Akira

電力システム社 府中電力システム工場 ミッションクリティカルシステム部経営変革エキスパート。マンマシンインタフェース技術の開発に従事。

Fuchu Operations - Power Systems